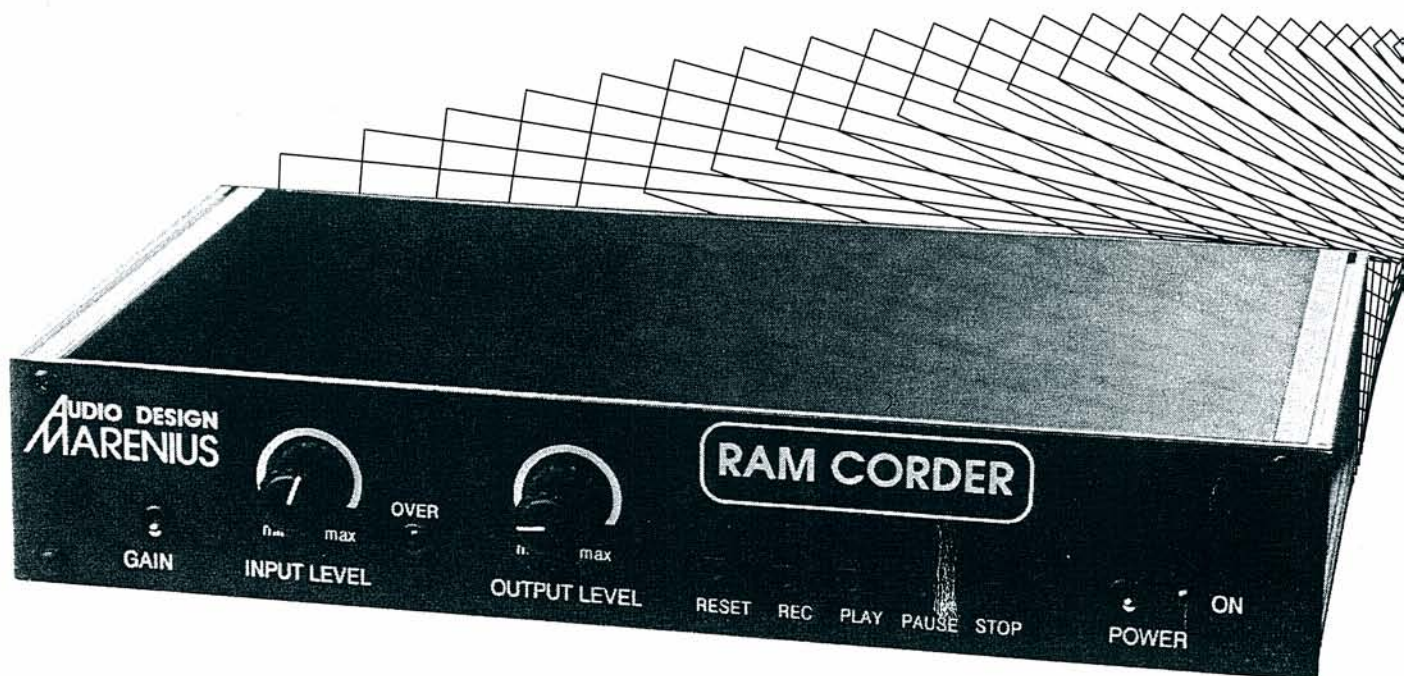


Digital ljudspelare:

RAMCORDER



DAT är inte den enda typen av digitalbandspelare. Här beskriver vi hur du bygger en "RAMCORDER", alltså en bandspelare som lagrar musiken som digitala signaler i RAM-kretsar.

Av Leif Marenius

Inspelning av ljud har människan kunnat göra ända sedan Thomas A Edison för första gången lyckades återge "Mary had a little lamb..." från en vaxrulle.

Därefter gick utvecklingen via gram-mofonskivan, trådbandspelaren, magnet-bandspelaren och fram till dagens teknik: ljudlagring i Random Access Memories (RAM).

Ljudlagring i RAM är den första rörelsefria formen av ljudregistrering. Genom avsaknaden av mekaniska delar är det därför möjligt att krympa en RAM-baserad ljudspelare så mycket som dagens mikroelektronik tillåter.

De funktioner som erfordras rymms enkelt på en relativt liten kiselbricka. Förutom dynamiska RAM-kretsar erfor-

dras det en kontrollkrets för dynamiska RAM, en A/D-omvandlare, en D/A-omvandlare, en oscillator samt användargränssnitt.

På senare tid har det kommit fram komplexa kretsar för RAM-spelare som är klara att anslutas till en mikrofon i ena änden, en effektförstärkare i den andra, samt ett eller flera dynamiska RAM.

Samtliga övriga funktioner ingår i denna typ av kretsar.

Fördelarna med en RAM-spelare är många:

- * den kan göras mycket liten
- * den kan göras miljötålig
- * den kan göras till låg kostnad
- * den blir underhållsfri, inga delar slits ut
- * den har samma prestanda efter 10 år som när den var ny
- * den kräver ingen återspolningstid
- * avspelning kan ske obegränsat antal gånger

Nackdelarna är t ex:

- * mycket kort speltid
- * den tappar minnet vid spänningsbortfall

Just den korta speltiden gör att en RAM-spelare nästan enbart lämpar sig för

korta meddelanden, jinglar och specialeffekter (sampler, etc.).

Många telefonsvarare byggs numera med en RAM-spelare för det utgående meddelandet. Automatiska telefonröster, stationssignalerheter och talande apparater av olika slag är andra exempel på användningsområden för RAM-spelare.

Ljudkvaliteten bestäms enbart av samplingsfrekvensen men den är också, tillsammans med minnets storlek, helt avgörande för den maximala speltiden. För bästa ljudkvalitet samplas signalen vanligen med cirka 100 kHz vilket medger cirka 20 sekunders speltid med två stycken 1 Mb dynamiska RAM.

En ny krets

I det här aktuella projektet använder vi en relativt ny krets som heter TMS3477. Det är en Continuously Variable Slope Delta-modulation Voice Recorder.

Den har en 10-bitars D/A-omvandlare vars utsignal jämförs med insignalen. Så snart insignalen är större än D/A-omvandlaren utsignal erhålles en logisk "1" ut till RAM-kretsarna. Dessa arbetar således med endast en bit (det är ju det senaste även inom CD-tekniken!). Samtidigt ökas det digitala ordet in till D/A-omvandlaren med en bit.

I vårt fall använder vi två stycken 1 Mb

► dynamiska RAM. Den typen av minneskretsar fordrar en ständig adressering för att inte tappa minnet, s k refresh. TMS3477 svarar för att så sker.

Följande funktioner kan styras genom att jordansluta ett antal ben på TMS3477: **record, play, pause, stop.**

De svenska orden för dessa funktioner torde vara välbekanta för alla innehavare av kassetdeck.

I vår Ramcorder sker aktiveringen med tryckknappar i frontpanelen, men TMS3477 är även klar att anslutas till en mikrodator. Alternativt kan man ansluta en PC eller annan kontrollenhet via reedreläer som då får simulera slutningarna.

Vi har även försett enheten med en **Reset** som tömmer minnet utan att spela in ny signal.

Record aktiverar inspelningen. Valbart kan man då samtidigt få medhörning.

Play återspelar det inspelade ljudet en gång efter tryck och kontinuerligt då knappen hålls intryckt.

Pause stoppar avspelningsen och den kan återupptas efter förnyat tryck på **Play**.

Stop avbryter in- eller avspelningsen och återställer Ramcordern till utgångsläget.

Anslutning av en extern kontrollenhet kan ske till stiftlisten K3 som är parallell med tryckknapparna.

TMS3477 kan programmeras för ett antal alternativa funktioner. Detta sker genom att valda bitsignaler på adressbussen jordas via 10 K motstånd. Det görs genom att anbringa kortslutningsbyglar på den dubbla stiftlisten K2 varvid följande funktioner erhålles:

Monitor ger medhörning vid inspelning.

Compr ger en viss kompressoreffekt

och bör endast användas vid avspelningsen.

64kHz väljer basfrekvens för den högsta samplingfrekvensen.

32kHz väljer basfrekvens för den lägsta samplingfrekvensen.

CPU ändrar kontrollgångarna till CPU-mod med strobe-signal på PAUSE-anlutningen.

End Stop ger en variabel fraslängd som bestäms av **stop**-kommando.

Cyclic ger en kontinuerlig inspelning till **stop**-kommando.

Om ingendera av de ovanstående basfrekvenserna valts gäller 16 kHz motsvarande 1 - 1,5 minuts speltid.

Anpassning fordras

Kärnan i vår Ramcorder utgörs av IC8 (TMS3477) samt IC6 och IC7 (2 x 1 Mb RAM). Emellertid fordras det en viss anpassning till omvärlden.

På ingångssidan har vi lagt in en mikrofonförstärkare med balanserad ingång samt omkopplingsbar känslighet för att klara även linjenivåsignaler (balanserat). Om obalanserad signal ska anslutas ska det ske endast till stift 2, med jord på stift 1, i XLR-kontakten.

P1 ger full nivåkontroll av insignalen. Överstyrning indikeras med LED1 som då tänds.

IC3 är ett samplande filter med brantheten 36 dB/oktav och har till uppgift att förhindra att höga frekvenser i insignalen interfererar med samplingsfrekvensen med störningar som följd.

På utgångssidan har vi gått långt: i vår Ramcorder finns det ett riktigt slutsteg för högtalare. Om en linjeutgång istället önskas så kan signalen tas direkt på högtalarut-

gången. Den är kortslutningssäker, bredbandig och kraftfull. Nivån är motsvarande linjesignal och väl däröver men reglerbar med P2.

Före slutsteget sitter det även här ett samplande filter som effektivt tar bort störande klocksignalrester.

IC5 är en oscillator vars frekvens är trimbar med P3. TMS3477 rekommenderas att arbeta med en frekvens mellan 250 och 492 kHz men fungerar väl betydligt högre upp. Trimma P2 och du ska märka att du direkt kan kontrollera speltiden och ljudkvaliteten.

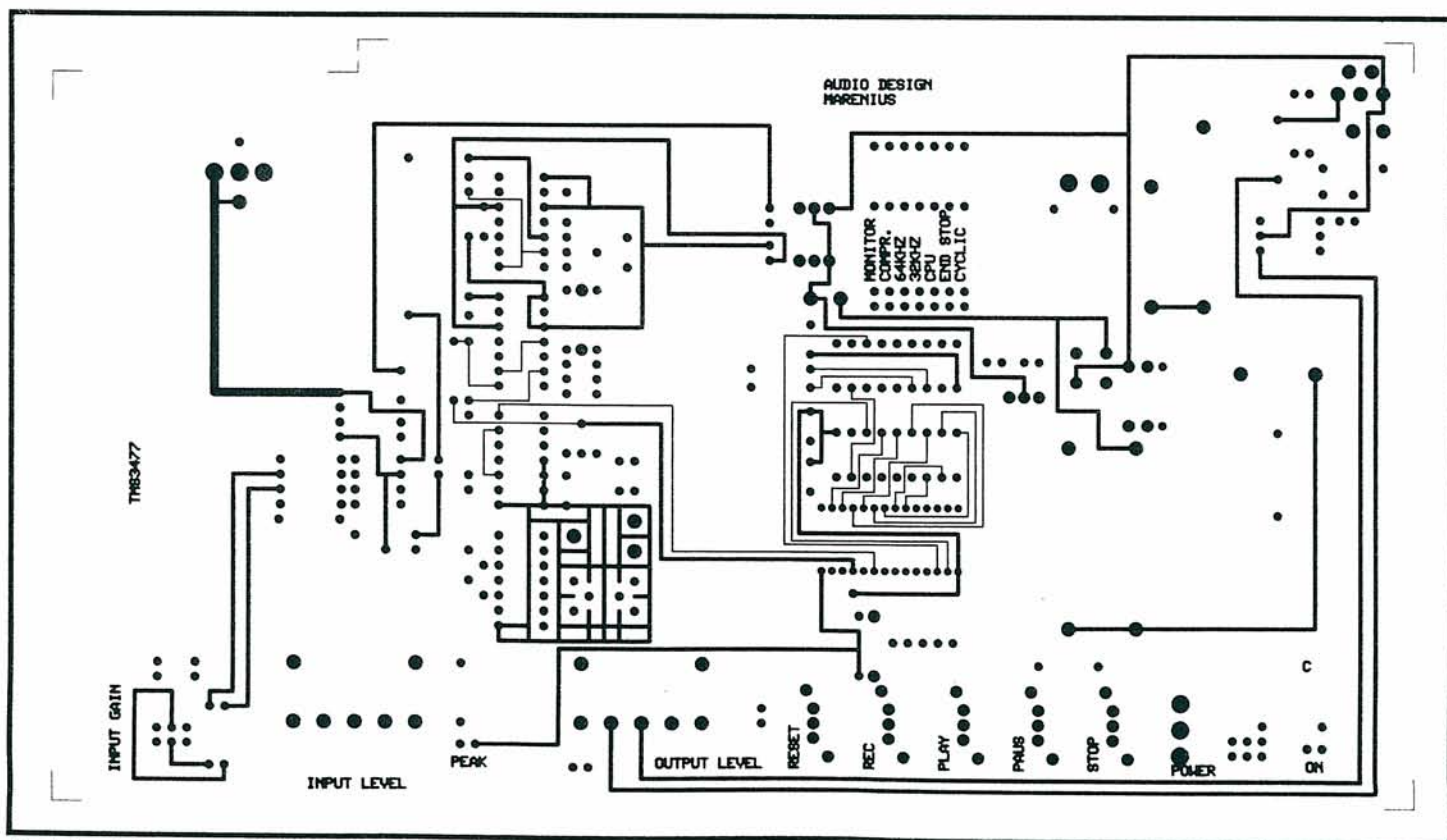
P2 ska användas i kombination med byglarna i K2 för 32/64 kHz basdatafrekvens. För bästa ljudkvalitet ska du välja 64 kHz samt trimma upp frekvensen med P2.

IC4 är en frekvensdelare vars utsignal går till TMS3477. Det betyder att oscillators frekvens egentligen är den dubbla, cirka 1 Mhz. De båda samplande filterkretsarna ska nämligen arbeta med en klockfrekvens som är 100 gånger högre än den önskade brytfrekvensen för audiosignalen.

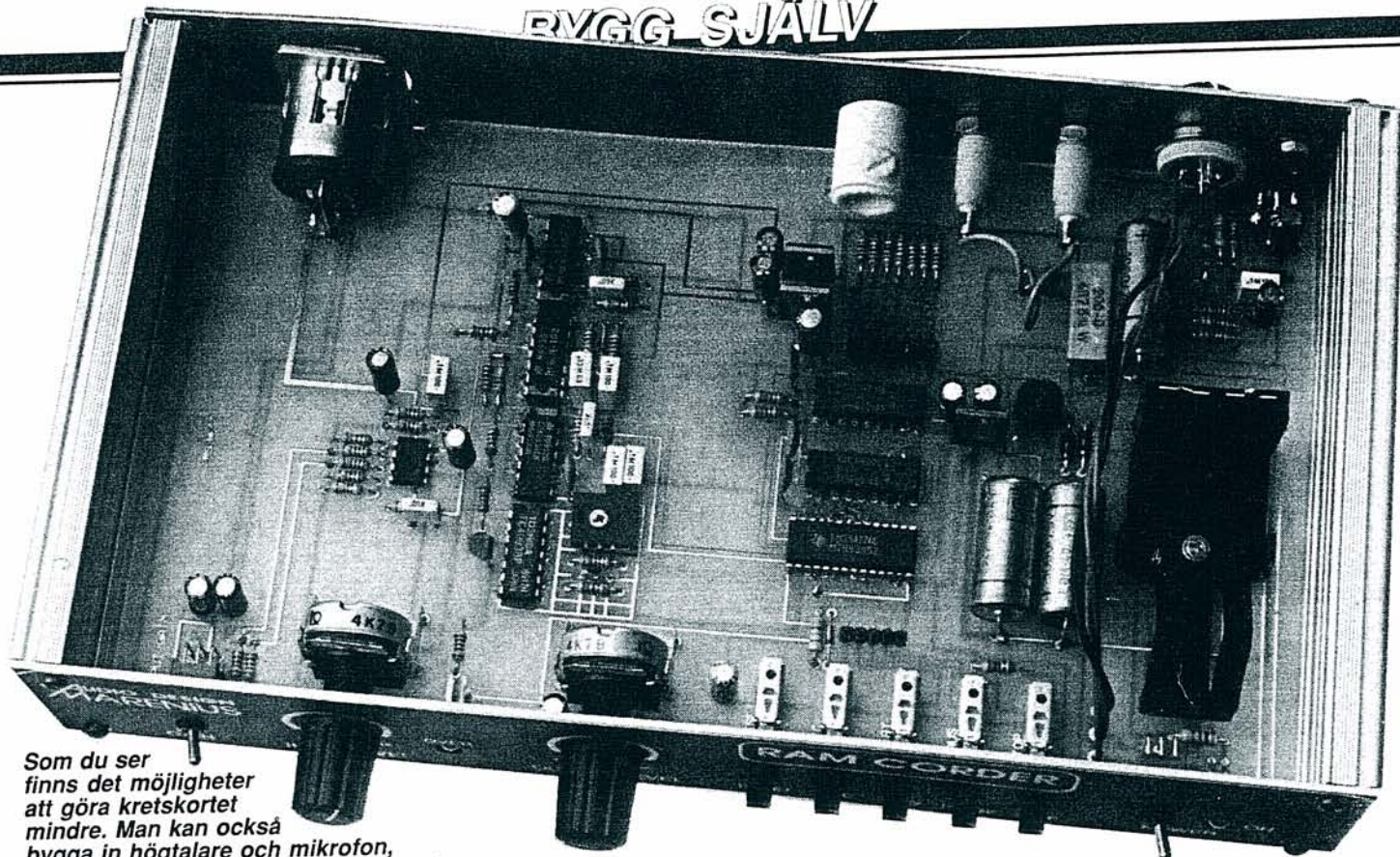
Med denna koppling mellan dels klockan för TMS3477, dels de samplande filterkretsarna erhålles en perfekt följsamhet mellan filtrens brytfrekvens och den faktiskt tillåtna brytfrekvensen vid olika samplingsfrekvenser i TMS3477.

Spänningsstabiliseringen sker med standardkretsar. Aktuella spänningar är +5 V, -5 V samt +15 V. Dessutom förekommer cirka +20 V, till slutsteget.

Strömförsörjning sker via ett externt S-märkt nätaggregat. Då detta är bortkopplat kan minnet bibehållas upp till cirka 10 timmar om det finns ett 9 V alkaline-



Kretskort, komponentsida.



Som du ser finns det möjligheter att göra kretskortet mindre. Man kan också bygga in högtalare och mikrofon, t ex för användning som en liten meddelandebox till varandra i hemmet.

batteri i hållaren BP.

Det är även möjligt att använda ett NiCd-batteri som då automatiskt laddas vid nätanlutning. Om det inte är fallet ska motståndet R39 ej monteras!

Uppbyggnad av Ramcordern

Vi har valt att inte tränga ihop konstruktion-

nen på en liten yta även om det hade varit fullt möjligt. (Det fordrar dessvärre specialkompetens och verktyg vid uppbyggnaden.)

Mönsterkortet är dubbelsidigt med genompläterade hål. Lötning ska enbart ske på kortets undersida. Samtliga komponenter monteras på ovasidan.

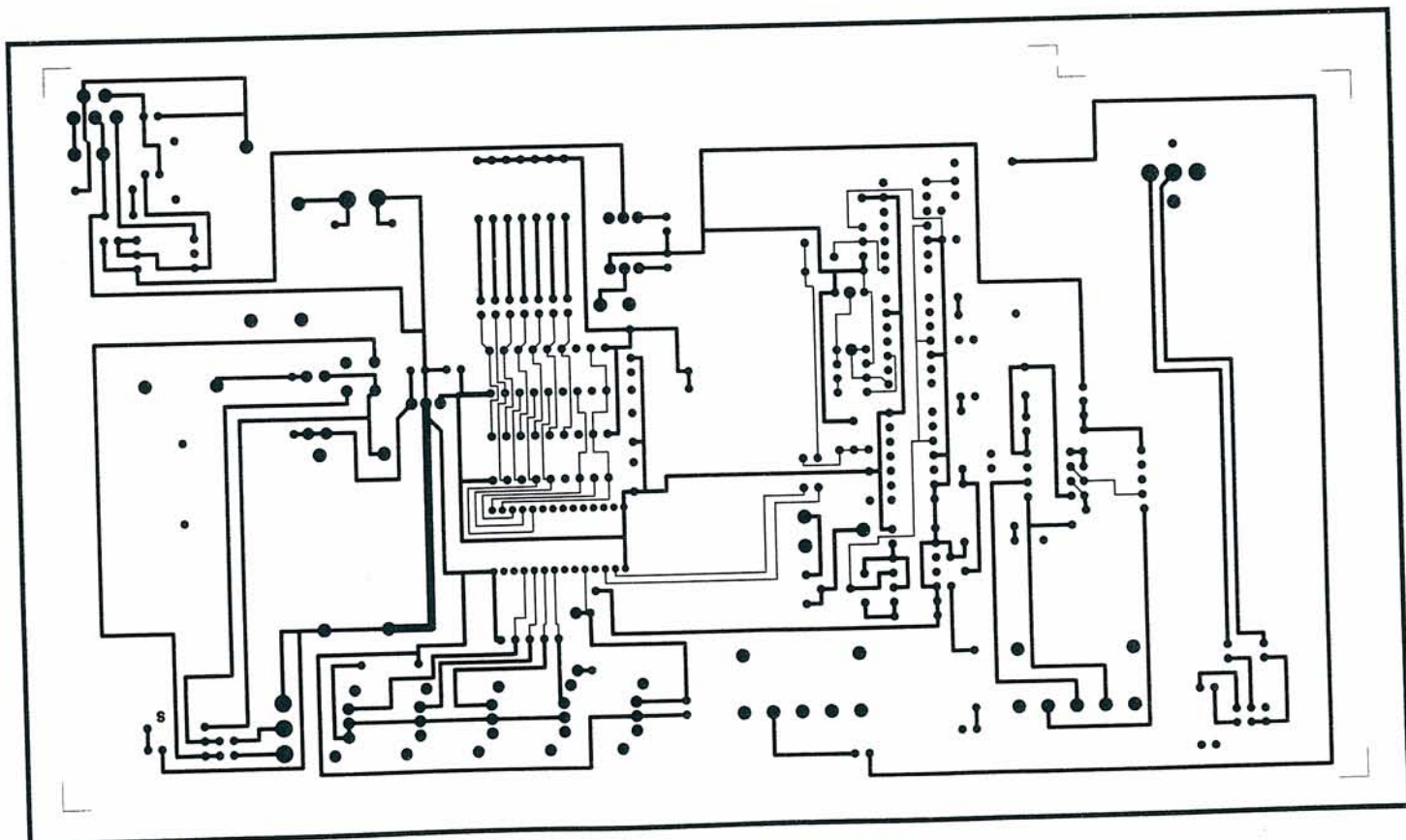
Klipp av de uppstickande blecken på

batterihållaren. Den löds direkt till kortet samt skruvas fast i det.

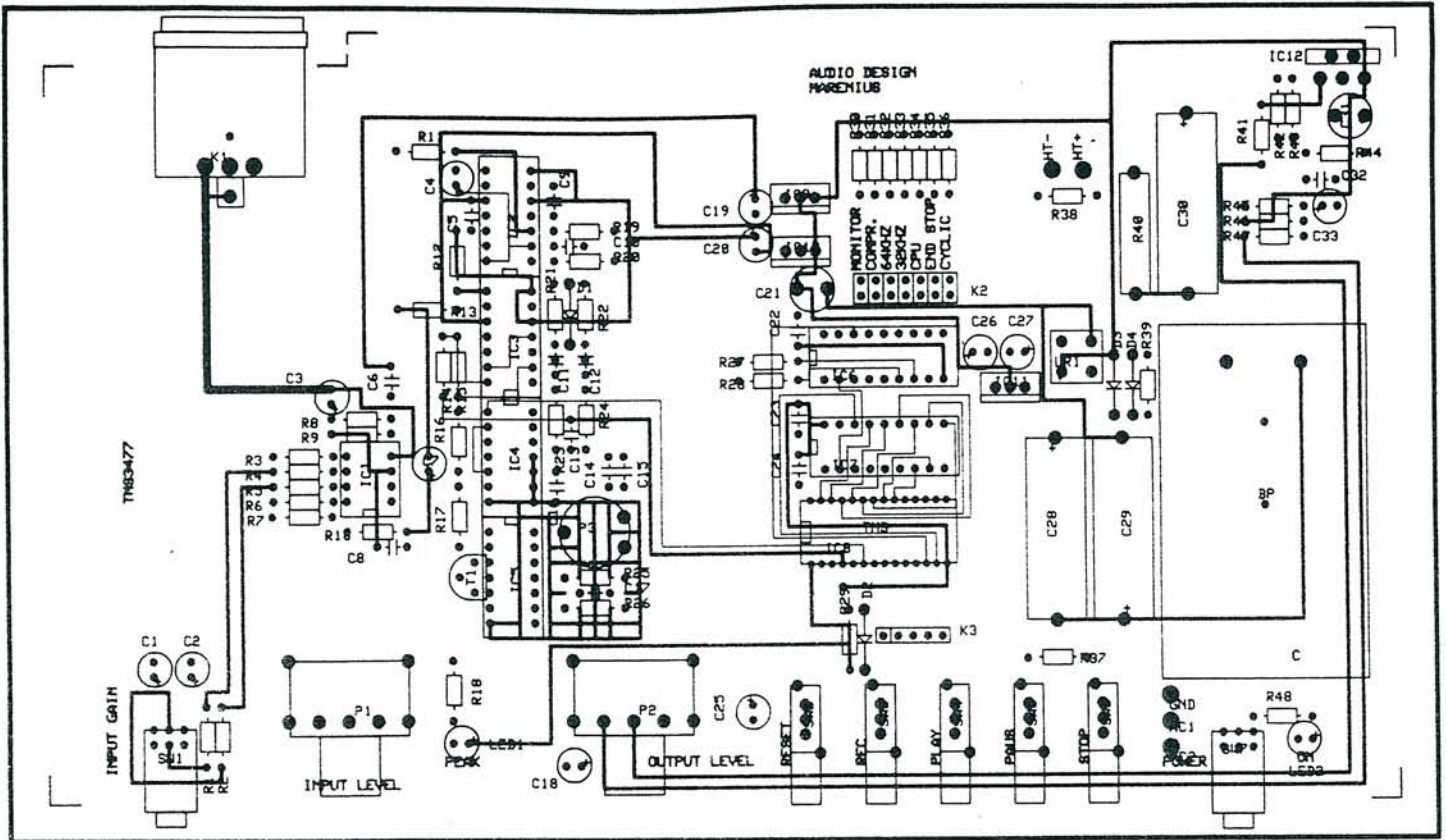
IC12 ska skruvas mot bakpanelen för bästa kylning. Isolerbricka behövs ej.

Var noga med att undvika kortslutning mellan benen vid lötningen, speciellt för TMS3477 som har ett förminskat benavstånd (1,78 mm).

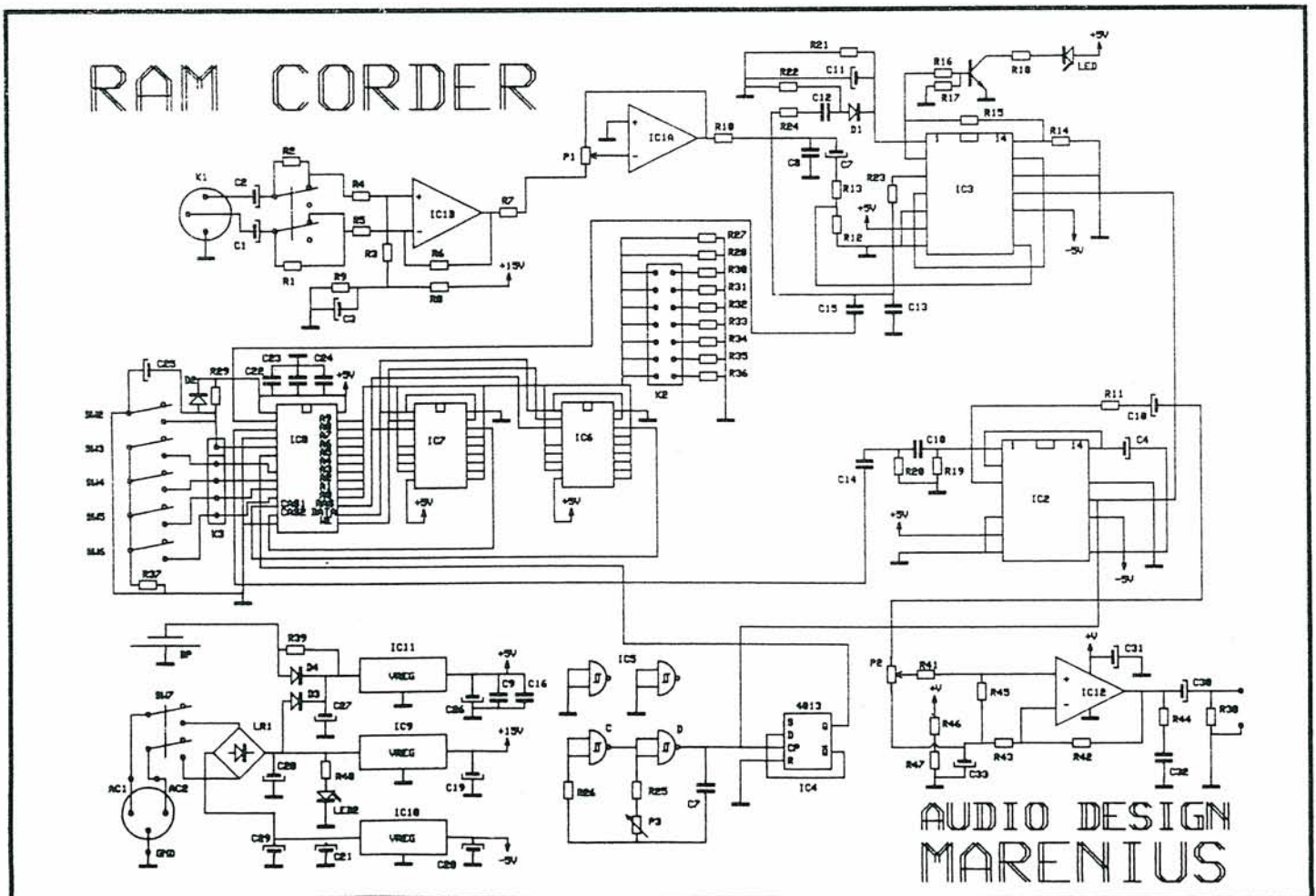
Notera också att IC4 och IC 5 är vända ➤



Kretskort, undersida.



Komponentplacering.



Kretsschema

► annorlunda än en del av de andra kretsarna.

De avfasade kanterna på lysdioderna ska vändas åt höger kortsida på kortet.

Anslutning av den 3-poliga DIN-kontakten för nätaggreatet ska ske med mittstiftet till GND på kortet samt de båda andra stiften till valfritt AC1 respektive AC2.

Kabelgenomföringen används för att ansluta eventuell kabel till K3.

XLR-kontaktens hus kan låsas till kontaktkroppen genom att skruven i centrum av kroppen vrids en aning medsols.

Kortet ska placeras i den näst nedersta slitsen i respektive gavelprofil. Skruva samman lådan med åtta M2,5 skruvar. Lock och botten utgörs av dels en 1 mm tjock plåt som passas in i de yttre slitsarna och dels av en 1,5 mm plåt som kontaktlimmas ovanpå den tunnare plåten. Se till att komponentbenen är ordentligt avklipp-ta!

Prova Ramcordern!

Bygga K2 enligt följande:

Monitor

64kHz

End Stop

Vrid P3 till ungefär mittläget.

Anslut en mikrofon eller annan signal-källa. Vrid upp **input level** så att över tänds. Vid behov kan **gain** manövreras till andra läget.

Anslut en högtalare till **output**. Vrid upp **output level** en aning.

Tryck på **reset** samt därefter på **rec**. Det ska nu höras ljud i högtalaren.

Tryck på **stop** samt därefter på **play**. Hörs det?

Gå sedan vidare och laborera med knapparna så att du blir bekant med funktionerna och alla de möjligheter som finns med Ramcordern.

Det är möjligt att variera klockfrekvensen med P3 under avspelnningen och därmed erhålla s k pitching (tonhöjdsvariation).

Om en mycket kort sekvens spelats in och **play** därefter hålls intryckt hela tiden får man en effekt som liknar en sampler.

Till CPU-anslutningskontakten K3 är det möjligt att ansluta en audiomixers regelswitch via ett speciellt interfacekort som heter CD R/C. Det kortet ger en momentan slutning för **play** då regeln dras upp samt en momentan slutning för **stop** då regeln dras ner.

CD R/C är egentligen avsett att användas för regelstart av CD-spelare, kassetdeck, videospelare, etc. En **Ramcorder** betar sig ju som en sådan spelare och kan därför också anslutas en mixer via CD R/C.

Nu är det fritt fram för alla galna och fyndiga applikationer med Ramcordern. Koppla den t ex som en talande dörrklocka, väckarklocka, sampler i orkestern, stationsannonsör i närradion, jingelmaskin...

KOMPONENTLISTA FÖR RAMCORDER

IC1	NE5532N
IC2,3	MF6-100
IC4	CD4013B
IC5	CD4093B
IC6,7	HYB 511000
IC8	TMS3477
IC9	7815
IC10	7905
IC11	7805
IC12	TDA2040

T1 BC547

D1,2	1N4148
D3,4	1N4002
LR1	Brygglikriktare 1 A / 80 V
LED1	Röd lysdiod 5 mm
LED2	grön lysdiod 5 mm

C1,2,3,7,18,19,20,26,27,33	10 µF
C4,25	1 µF
C5,6,9,16,22,23,24	100 nF ker. kond.
C8,10,13	10 nF
C11	0,33 µF
C12,14,15,32	0,1 µF
C17	33 pF
C21,31	100 µF
C28,29,30	1000 µF/25 V

R1,2,3,6,12,13,14,16,22,26,27,28,30,31,32,33,34,35,36,38,41	10 K
R4,5,8,9,10,18,19,23,24,25,39,43,45,46,47	1 K
R7,11,37	100 R
R15,20,21	100 K
R17	3,3 K
R29	47 K
R40	4,7 R
R42	33 K
R44	2,2 R
R48	2,7 K

P1,2	4,7 K log vridpotentiometer
P3	10 K trimpotentiometer
SW1,7	2-polig vippomkopplare
SW2,3,4,5,6	1-polig tryckomkopplare
K1	3-POLIG XLR chassihona
K2	2 X 7 stiftlist
K3	1 X 5 stiftlist
BP	batterihållare 9 V

Dessutom behövs det:

- 1 kretskort TMS3477
- 1 frontpanel
- 1 bakpanel
- 2 eloxerade gavelprofiler
- 2+2 täckplåtar
- 8 M2,5 X 8 skruvar
- 5 M3 X 10 skruvar
- 5 M3 muttrar
- 2 15 mm rattar + täcklock
- 2 4 mm bananhylsor
- 1 kabelgenomföring
- 1 PFS10 S-märkt nätaggreat
- 7 kortslutningsbyglar
- 4 självhäftande fötter
- 1 3-polig inverterad DIN-kontakt

Komplett komponentsats till Ramcorder kan köpas från:

Marenius Elektronikutveckling AB
Box 5086
421 05 V Frölunda
Telefon 031 - 69 16 10
Telefax 031 - 69 31 88

Priset är 1 590:- inkl. 23,46% moms.
CD R/C-kortet kostar 1 050:- inkl. moms (färdigmonterat).
Leveranser till Norge, Finland och Danmark går också bra.